



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 59 306.2

Anmeldetag: 29. November 2000

Anmelder/Inhaber: Reifenhäuser GmbH & Co Maschinenfabrik,
Troisdorf/DE

Bezeichnung: Werkzeugkopf zur Extrusion eines rohrförmigen
Stranges aus mindestens einer thermoplastischen
Kunststoffschmelze für die Herstellung von Blas-
folien

IPC: B 29 C, B 29 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Dezember 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

5

**Reifenhäuser GmbH & Co. Maschinenfabrik
53839 Troisdorf**

- 10 **Werkzeugkopf zur Extrusion eines rohrförmigen Stranges aus mindestens einer thermoplastischen Kunststoffschmelze für die Herstellung von Blasfolien**

Die Erfindung betrifft einen Werkzeugkopf zur Extrusion eines rohrförmigen Stranges aus mindestens einer thermoplastischen Kunststoffschmelze für die Herstellung von Blasfolien, enthaltend ein Innenwerkzeug und ein Außenwerkzeug, zwischen denen ein Ringspaltraum ausgebildet ist, wobei das Außenwerkzeug mindestens eine Werkzeugstufe mit zwei übereinander angeordneten Werkzeugteilen umfaßt und zwischen den Werkzeugteilen eine in den Ringspaltraum einmündende Trennfuge ausgebildet ist und in jeder Werkzeugstufe ein Schmelzeverteilkansystem für die Zuführung der Kunststoffschmelze in den Ringspaltraum ausgebildet ist.

Das Schmelzeverteilkansystem für die Zuführung der Kunststoffschmelze in den Ringspaltraum spielt eine wesentliche Rolle bei der Erzielung einer gleichmäßigen Produktqualität, da durch dieses eine gleichmäßige Verteilung des üblicherweise über einen peripheren Kanal zugeführten geschmolzenen thermoplastischen Kunststoffes in möglichst gleichmäßigen Teilen im gesamten Ringspaltraum erfolgen soll. Man unterscheidet hier zwischen Bauformen mit sogenannten vertikalen Wendelverteilern, bei denen ein Schmelzeverteilkansystem in axialer Richtung des Werkzeugkopfes angeordnet ist, wozu beispielsweise auf die US 4,182,603 verwiesen wird.

Ebenso ist es auch bereits vorgeschlagen worden, ein Schmelzeverteilkansystem innerhalb eines Werkzeugkopfes vorzusehen, welches senkrecht zur Achse des Werkzeugkopfes verläuft, wozu auf die DE 42 18 095 C2 verwiesen wird.

5

Insbesondere bei solchen Werkzeugköpfen, die mehrere Werkzeugstufen aufweisen, um unterschiedliche thermoplastische Kunststoffschmelzen, beispielsweise aus unterschiedlichen Rohstoffen, zu einem mehrschichtigen Strang zu extrudieren und nachfolgend zu einer Blasfolie aufzublasen, ist ein
10 möglichst kompakter, d. h. raumsparender Aufbau des Werkzeugkopfes mit einer Vielzahl von gleichen Teilen wünschenswert, um hohe Flexibilität und niedrige Herstellungs- und Betriebskosten sicherstellen zu können. Die bisherigen Bemühungen zur Schaffung eines kompakten Werkzeugkopfes mit Schmelzeverteilkansystem führten aber stets zu einer unzulänglichen, d. h.
15 ungleichmäßigen Schmelzeverteilung innerhalb des Ringspaltraumes, was sich in Produktionsschwankungen bzw. hohen Ausschußraten niederschlug.

Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, einen Werkzeugkopf der eingangs genannten Art vorzuschlagen, der sich einerseits durch eine
20 besonders kompakte, d. h. raumsparende Ausgestaltung auszeichnet, andererseits jedoch ein effizientes Schmelzeverteilkansystem bietet, welches eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Kunststoffschmelze im Ringspaltraum und damit eine gleichförmige Extrusion von Blasfolien ermöglicht. Durch die Verwendung einer möglichst hohen Anzahl von
25 Gleichteilen sollen darüber hinaus auch die Produktions- und Herstellungskosten eines derartigen Werkzeugkopfes niedrig ausfallen.

Zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe schlägt die Erfindung die Ausgestaltung eines Werkzeugkopfes gemäß den Merkmalen des
30 Patentanspruches 1 vor.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Lösung der vorangehend dargelegten Aufgabe wird erfindungsgemäß darin gesehen, daß das Schmelzeverteilkansystem einen Eintrittsbereich, einen Verzweigungsbereich und einen Spiralbereich umfaßt, die jeweils auf einer separaten Ebene liegen, wobei die Ebene des Eintrittsbereiches zwischen der Ebene des Verzweigungsbereiches und der Ebene des Spiralbereiches angeordnet ist und eine Gruppe von ersten Verbindungskanälen vom Eintrittsbereich in den Verzweigungsbereich führen und eine Gruppe von zweiten Verbindungskanälen vom Verzweigungsbereich in den Spiralbereich führen.

5

Die Ausbildung eines Spiralbereiches ist im Prinzip aus der DE 42 18 095 C2 bekannt.

10

Zur Schaffung der erfindungsgemäß angestrebten besonders kompakten Bauweise und gleichförmigen Verteilung innerhalb des Schmelzeverteilkansystems wird jedoch dem Spiralbereich vorgelagert ein Eintrittsbereich und ein Verzweigungsbereich vorgesehen, die bereits eine effektive Vorverteilung der zugeführten Kunststoffschmelze bewirken. Darüber hinaus sind sämtliche Bereiche des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes auf unterschiedlichen Ebenen angeordnet, so daß sich eine besonders raumsparende Gestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes ergibt, ohne bei der Gleichförmigkeit der Schmelzeverteilung Abstriche machen zu müssen.

15

20

Erfindungsgemäß durchläuft die einer Werkzeugstufe des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes in an sich bekannter Weise zugeführte Kunststoffschmelze zunächst einen Eintrittsbereich auf einer mittleren Ebene, wird von dort über eine Gruppe von ersten Verbindungskanälen in eine zweite Ebene überführt, die als Verzweigungsbereich bezeichnet wird und eine Vielzahl von Verzweigungskanälen umfaßt und gelangt am Ende der Verzweigungskanäle über eine Gruppe von zweiten Verbindungskanälen schließlich in eine dritte Ebene, in welcher die Spiralkanäle angeordnet sind, die den Spiralbereich bilden und letztlich die gleichförmige Zuführung des geschmolzenen

25

30

Kunststoffes in den Ringspaltraum bewirken. Aufgrund der gewählten Anordnung mit einer zwischen der Ebene des Verzweigungsbereiches und der Ebene des Spiralbereiches angeordneten Ebene des Eintrittsbereiches durchtritt die Kunststoffschmelze beim Übergang aus dem Verzweigungsbereich in den
5 Spiralbereich über die Gruppe von zweiten Verbindungskanälen die Ebene des Eintrittsbereiches, so daß eine äußerst kompakte Mehrfachverzweigung geschaffen wird.

Jede Werkzeugstufe des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes ist von zwei
10 Werkzeugteilen gebildet, die stapelartig übereinander angeordnet sind und zwischen denen eine Trennfuge ausgebildet ist, die zur Zuführung der vom Schmelzeverteilkansystem gleichmäßig verteilten Schmelze in den Ringspaltraum genutzt wird.

15 Vorteilhaft ist das Schmelzeverteilkansystem lediglich in einem Werkzeugteil jeder Werkzeugstufe, welches als erstes Werkzeugteil bezeichnet wird, ausgebildet, wobei der Spiralbereich in der der Trennfuge und dem zweiten Werkzeugteil der Werkzeugstufe zugewandten Oberfläche, der Verzweigungs-
20 bereich in der der Trennfuge abgewandten Oberfläche und der Eintrittsbereich zwischen diesen Oberflächen im ersten Werkzeugteil ausgebildet ist. Die erfindungsgemäß vorgeschlagenen drei Ebenen des Schmelzeverteilkansystems werden somit in lediglich einem Bauteil einer jeden Werkzeugstufe realisiert, nämlich der Spiralbereich und der Verzweigungsbereich an der Oberseite bzw. Unterseite des Werkzeugteiles und der Eintrittsbereich
25 zwischen diesen beiden Ebenen innerhalb des ersten Werkzeugteiles.

Um eine einfache Fertigung sicherzustellen, sind die den Spiralbereich bildenden Spiralkanäle und/oder die den Verzweigungsbereich bildenden Verzweigungskanäle nutartig in die Oberflächen des ersten Werkzeugteiles
30 eingebracht, beispielsweise eingefräst.

Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch möglich, die Spiralkanäle, die den Spiralbereich bilden, in der an das erste Werkzeugteil anschließenden und

ebenfalls die Trennfuge begrenzenden Oberfläche des zweiten Werkzeugteiles auszubilden.

5 Eine bevorzugte Bauform des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes sieht vor, daß in die der Trennfuge abgewandte Oberfläche des ersten Werkzeugteiles einer jeden Werkzeugstufe eine umlaufende Ringnut eingebracht ist, in die ein korrespondierender Vorverteiltring einsetzbar ist und die Ebene des Verzweigungsbereiches im Nutgrund der Ringnut angeordnet ist. Die Ebene des Verzweigungsbereiches mit den darin angeordneten Verzweigungskanälen
10 wird somit in die Fuge zwischen dem Nutgrund der Ringnut des ersten Werkzeugteiles und dem darin eingesetzten Vorverteiltring gelegt.

Die den Verzweigungsbereich bildenden Verzweigungskanäle sind in diesem Falle vorteilhaft zu einem Teil ihres Querschnittes im Nutgrund der Ringnut des
15 ersten Werkzeugteiles und zu einem übrigen Teil im am Nutgrund anliegenden Bereich des Vorverteiltringes ausgebildet, beispielsweise jeweils hälftig darin eingebracht, so daß entsprechende Verzweigungskanäle mit z. B. kreisförmigem Querschnitt jeweils hälftig vom ersten Werkzeugteil und dem Vorverteiltring ausgebildet werden, wenn diese korrespondierend
20 aneinandergefügt werden.

Auch ist es möglich, die Verzweigungskanäle ausschließlich im ersten Werkzeugteil oder ausschließlich im Vorverteiltring auszubilden.

25 Bei der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes mit mehreren Werkzeugstufen, die übereinander angeordnet sind, wird vorteilhaft jeder Vorverteiltring der auf die erste Werkzeugstufe folgenden Werkzeugstufen zu einem Teil seines Querschnittes in der umlaufenden Ringnut des zugehörigen ersten Werkzeugteiles und zum übrigen Teil seines Querschnittes
30 in einer komplementär ausgebildeten Ringnut im zweiten Werkzeugteil der vorangehenden Werkzeugstufe angeordnet. Auf diese Weise läßt sich die Bauhöhe des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes auch bei Ausführung mit mehreren übereinander angeordneten Werkzeugstufen effektiv verringern und

gleichzeitig ist der Vorverteiling einer jeden Werkzeugstufe exakt innerhalb des Werkzeugkopfes angeordnet und gelagert.

- Des weiteren kann der Vorverteiling in der Ringnut des ersten Werkzeugteiles
5 lösbar befestigt werden, beispielsweise mittels geeigneter Schrauben innerhalb dieser Ringnut angeschraubt werden, um insbesondere die den Verzweigungsbereich bildenden Verzweigungskanäle in der exakten Positionierung ausbilden zu können.
- 10 Der Eintrittsbereich jeder Werkzeugstufe des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes ist vorteilhaft von zwei V-förmig zueinander angeordneten und vom Umfang des ersten Werkzeugteiles ausgehenden Eintrittskanälen gebildet, die zu jeweils einem ersten Verbindungskanal führen. Auf diese Weise wird bereits im Eintrittsbereich, der von den Eintrittskanälen gebildet
15 wird, eine Aufteilung der Kunststoffschmelze in zwei gleich große Teile vorgenommen, die über die ersten Verbindungskanäle an den Verzweigungsbereich übergeben und dort weiter aufgeteilt werden, bis sie letztlich gleichförmig aus dem Spiralbereich in den Ringspalt ausgegeben werden. Die Anordnung der Eintrittskanäle dergestalt, daß sie vom Umfang
20 des ersten Werkzeugteiles ausgehen, ermöglicht darüber hinaus auch den umfangsseitigen Anschluß der Extrusionsanlagen für die Ausbildung der Kunststoffschmelze, so daß hier auf übliche Bauformen zurückgegriffen werden kann.
- 25 Der Verzweigungsbereich des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes umfaßt beispielsweise ein zu acht zweiten Verbindungskanälen führendes System von Verzweigungskanälen, so daß die über den Eintrittsbereich eintretende Kunststoffschmelze, die über die ersten Verbindungskanäle in den Verzweigungsbereich übertritt, auf acht Teilströme in den Verzweigungs-
30 kanälen aufgeteilt wird und sodann diese acht Teilströme über die zweiten Verbindungskanäle in den Spiralbereich übergeben wird.

Der Spiralbereich selber umfaßt vorteilhaft mehrere ineinanderliegend und konvergierend verlaufende Spiralkanäle, die mit jeweils einem zweiten Verbindungskanal verbunden sind und von daher aus jeweils einem solchen Verbindungskanal gespeist werden. Im Falle von acht zweiten
5 Verbindungskanälen sind daher vorteilhaft acht Spiralkanäle vorgesehen.

Je nach Größe und Auslegung des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes sind selbstverständlich auch abweichende Ausführungsformen betreffend die Anzahl von Eintrittskanälen, ersten Verbindungskanälen, Verzweigungskanälen
10 und zweiten Verbindungskanälen sowie Spiralkanälen möglich.

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Kunststoffschmelze bei ihrem Austritt in den Ringspalt zu gewährleisten, weisen die Spiralkanäle einen von außen nach innen abnehmenden Strömungsquerschnitt für die Kunststoff-
15 schmelze auf, so daß diese zum Ringspalt hin beschleunigt wird.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes sind alle Strömungswege für die Kunststoffschmelze durch das Schmelzeverteilkannelsystem in einer Werkzeugstufe gleich lang
20 ausgebildet, so daß eine gleichmäßige Einwirkung des Schmelzeverteilkannelsystems auf alle Teilströme der Kunststoffschmelze bewirkt wird und insbesondere eine homogene Temperatur und Verteilung der Kunststoffschmelze erzielt wird.

25 Eine besonders wünschenswerte kompakte Bauform des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes wird dadurch erreicht, daß die Ebene des Eintrittsbereiches, des Verteilbereiches und des Spiralbereiches parallel zueinander angeordnet sind und vorteilhaft diese Ebenen senkrecht zur Achse des Werkzeugkopfes verlaufend angeordnet sind. Selbstverständlich ist es im Rahmen der Erfindung
30 aber auch möglich, andere Ausrichtungen der Ebenen vorzusehen.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, daß alle Werkzeugstufen des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes separat temperierbar sind, so daß die

durch diese Werkzeugstufen geführten Kunststoffschmelzen im jeweils optimalen Temperaturbereich in den Ringspalt abgegeben werden können und schädliche thermische Einflüsse weitgehend von der Kunststoffschmelze ferngehalten werden.

5

Die Erfindung wird nachfolgend in weiteren Einzelheiten an der lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Werkzeugkopf mit fünf Werkzeugstufen,

Figur 2 in vergrößerter Darstellung einen Schnitt durch eine Werkzeugstufe des erfindungsgemäßen Werkzeugkopfes,

15

Figur 3 einen Schnitt durch das erste Werkzeugteil der Werkzeugstufe gemäß Figur 2,

20

Figur 4 die Aufsicht auf das erste Werkzeugteil der Werkzeugstufe gemäß Pfeil P1 in Figur 3,

Figur 5 die Aufsicht auf die entgegengesetzte Oberfläche des ersten Werkzeugteiles der Werkzeugstufe gemäß Pfeil P2 in Figur 3,

25

Figur 6a die Aufsicht auf einen Vorverteiling der Werkzeugstufe gemäß Figur 2,

Figur 6b den Schnitt durch den Vorverteiling gemäß Figur 6a.

30

In der Figur 1 ist ein Werkzeugkopf 1 zur Extrusion eines rohrförmigen Stranges aus mindestens einer, hier insgesamt fünf thermoplastischen Kunststoffschmelzen für die Herstellung einer Blasfolie dargestellt.

Der Werkzeugkopf 1 umfaßt ein Innenwerkzeug 2 und ein Außenwerkzeug 3. Das Innenwerkzeug 2 ist nach Art eines Dorns mit beispielsweise zylindrischem Durchmesser ausgebildet und in dessen Innern ist ein Durchgang I vorgesehen, der in an sich bekannter Weise für die Zu- und Abführung von Blasluft zu einer Folienblase genutzt werden kann.

Außenseitig ist das Innenwerkzeug 2 von dem Außenwerkzeug 3 unter Belassung eines Ringspaltraumes 4 umgeben, in welchem die thermoplastische Kunststoffschmelze zu einem hier nicht dargestellten, sich an den Werkzeugkopf in Pfeilrichtung PO anschließendes Düsenwerkzeug gefördert und zu einer Blasfolie aufgeblasen wird.

Das Außenwerkzeug 3 besteht aus einer Vielzahl von Werkzeugstufen, hier fünf Werkzeugstufen 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, die alle einen prinzipiell gleichen Aufbau aufweisen und nach Art eines Stapels übereinander angeordnet sind. Die inneren Werkzeugstufen 3.2, 3.3, 3.4 weisen einen untereinander im wesentlichen gleichen Aufbau auf, wohingegen bei der ersten Werkzeugstufe 3.1 und bei der letzten, dem nicht dargestellten Düsenwerkzeug benachbarten Werkzeugstufe 3.5 die außenliegenden Werkzeugteile äußerlich der Endposition angepaßt ausgebildet sind. Die einzelnen Werkzeugstufen 3.1 bis 3.5 sind über Schrauben 304 miteinander verbunden, d. h. jede Werkzeugstufe ist mit der vorangehenden Werkzeugstufe über jeweilige Schrauben 304 verbunden.

Jede Werkzeugstufe 3.1 bis 3.5 ist mit einem Schmelzeverteilkansystem 5 ausgebildet, das dem Einbringen, der Verteilung und Förderung einer Kunststoffschmelze in den Ringspaltraum 4 dient. Die Kunststoffschmelzen werden nacheinander schichtweise im Ringspaltraum 4 aufeinandergelegt und treten in Pfeilrichtung PO über die nicht dargestellte Düsenöffnung des Düsenwerkzeuges aus.

Die Werkzeugstufen können mit gleichen und/oder untereinander verschiedenartigen Kunststoffschmelzen beschickt werden.

Der weitere Aufbau der einzelnen Werkzeugstufen 3.1 bis 3.5, der im wesentlichen untereinander gleich ist, wird nachfolgend anhand der vergrößerten Darstellung der hier repräsentativ gewählten inneren Werkzeugstufe 3.4 in der Figur 2 näher erläutert.

5

Wie dieser Figur 2 entnehmbar ist, umfaßt die Werkzeugstufe 3.4 ein erstes, unteres Werkzeugteil 30 und ein oberes, zweites Werkzeugteil 31, die stapelartig aufeinandergelegt angeordnet sind, wobei zwischen den beiden Werkzeugteilen 30, 31 eine Trennfuge 6 ausgebildet ist. Die Werkzeugteile 10 30, 31 sind im wesentlichen plattenförmig und ringförmig um die Längsachse A des Werkzeugkopfes 1 gestaltet.

Die thermoplastische Kunststoffschmelze wird in an sich bekannter Weise außenseitig über eine nicht näher dargestellte Zuführleitung der 15 Eintrittsöffnung 307 des Schmelzeverteilkansystems 5 zugeführt und gelangt durch das nachfolgend noch näher erläuterte Schmelzeverteilkansystem in die Trennfuge 6 zwischen dem ersten und zweiten Werkzeugteil 30, 31, von wo aus die Kunststoffschmelze gleichförmig über den gesamten Umfang in den Ringspaltraum 4 über eine Austrittsöffnung 309 eintritt und zur Düse in 20 Pfeilrichtung P0 gefördert wird.

Das Schmelzeverteilkansystem umfaßt insgesamt drei Bereiche, nämlich einen Eintrittsbereich, der sich in der Ebene E innerhalb des ersten Werkzeugteiles 30 erstreckt, einen Verzweigungsbereich, der sich an der 25 unteren Oberfläche 301 des ersten Werkzeugteiles 30, d. h. an der der in Blasrichtung P0 betrachtet abgewandten, d. h. entgegengesetzten Seite des ersten Werkzeugteiles 30 in einer Ebene V erstreckt, und einen Spiralbereich, der sich in einer Ebene S, die der Ebene der Trennfuge 6 entspricht, erstreckt, wobei sämtliche Bereiche in der genannten Aufzählung in Strömungsrichtung 30 der Kunststoffschmelze aufeinanderfolgen.

Die Ebene E des Eintrittsbereiches erstreckt sich zwischen den beiden anderen Ebenen V und S des Verzweigungsbereiches und des Spiralbereiches, wobei

alle drei Ebenen E, V und S sich im wesentlichen parallel zueinander erstrecken und im Ausführungsbeispiel die drei Ebenen E, V, S auch im wesentlichen senkrecht zur Längsachse A des Werkzeugkopfes 1 verlaufen.

- 5 Der Eintrittsbereich E ist mit dem Verzweigungsbereich V über eine Gruppe erster Verbindungskanäle 51 und der Verzweigungsbereich V ist mit dem Spiralbereich S über eine zweite Gruppe von Verbindungskanälen 53 verbunden.
- 10 Die Gruppen der Verbindungskanäle 51, 53 verlaufen im wesentlichen senkrecht zu den Ebenen der Schmelzeverteilung im Eintrittsbereich E, Verzweigungsbereich V und Spiralbereich S, siehe die Verbindungskanalachsen K1 und K2.
- 15 Diese einzelnen Bereiche werden nachfolgend analog zum Verlauf der Schmelze ausgehend von der Eintrittsöffnung 307 am Umfang bis hin zum Austritt in den Ringspaltraum 4 erläutert.

Das Schmelzeverteilkansystem ist in näheren Einzelheiten aus den Figuren 3,
20 4 und 5 ersichtlich.

- Die Kunststoffschmelze tritt zunächst an der Eintrittsöffnung 307 in den Eintrittsbereich E des Schmelzeverteilkansystems ein, wobei der Eintrittsbereich von zwei V-förmig zueinander angeordneten und von der
25 Eintrittsöffnung 307 am Umfang des ersten Werkzeugteiles 30 abgehenden Eintrittskanälen 50 gebildet wird, die auf einer Eintrittsebene E innerhalb des ersten Werkzeugteiles 30 ausgebildet sind, siehe hierzu Figuren 2, 4 und 5.

Die beiden Eintrittskanäle 50, die den in der Ebene E liegenden Eintrittsbereich
30 des Schmelzeverteilkansystems 5 bilden, verlaufen spiegelsymmetrisch zu der in der Figur 5 eingezeichneten ersten Mittelachse M1 des ersten Werkzeugteiles 30 und enden auf der hierzu rechtwinklig verlaufenden zweiten Mittelachse M2.

Wie aus der Figur 2 ersichtlich, mündet jedes Ende 50a der beiden Eintrittskanäle 50 in einen Verbindungskanal 51, die gemeinsam die erste Gruppe der Verbindungskanäle bilden. Die Verbindungskanäle 51 führen von der Ebene E des Eintrittsbereiches zu der in der Figur 5 dargestellten Unterseite 301 des ersten Werkzeugteiles 30 und damit zum Verzweigungsbereich V.

In diese Unterseite 301 des ersten Werkzeugteiles 30 ist eine umlaufende Ringnut 302 eingebracht. Wie in der Darstellung gemäß Figur 2 ersichtlich ist, ist in die umlaufende Ringnut 302 des ersten Werkzeugteiles 30 ferner ein Vorverteiltring 7 eingesetzt, der exakt in der Ringnut 302 aufgenommen wird, jedoch eine größere Höhe als diese aufweist und von daher über die Oberfläche 301 des ersten Werkzeugteiles 30 hervorsteht. Im Bereich des Nutgrundes 303 ist beidseitig, nämlich ausgehend von der Unterseite 301 des Werkzeugteiles 30 und der anliegenden Oberfläche 701 des Vorverteiltringes 7 das Kanalsystem 52 (52a, 52b) des Verzweigungsbereiches V ausgebildet, wie aus der Draufsicht nach Figur 5 und Figur 6a ersichtlich. Im Nutgrund 303 an der Unterseite 301 des Werkzeugteiles 30 ist ausgehend von jedem Ende eines Verbindungskanals 51 eine erste Verzweigung auf vier Kanalabschnitte 52a und am Ende dieser Kanalabschnitte eine weitere Verzweigung auf acht Kanalabschnitte 52b ausgebildet, wobei die Kanalabschnitte 52a, 52b in die Unterseite 301 des Werkzeugteiles 30 im Bereich des Nutgrundes 303 durch nutförmige Ausfräsungen eingebracht sind.

In identischer Anordnung zu dem in die Unterseite des Werkzeugteiles 30 eingearbeiteten Kanalsystems 52, 52a, 52b ist auf seiner dem Nutgrund 303 der Ringnut 302 zugewandten Oberfläche 701, die in der Aufsicht gemäß Figur 6a ersichtlich ist, in die Oberfläche 701 des Vorverteiltringes 7 ein spiegelbildliches Kanalsystem 52a', 52b', 52' ausgebildet, beispielsweise in Form nutförmiger Ausfräsungen.

Es ist beispielsweise aus der Figur 2 in Verbindung mit Figur 6a ersichtlich, daß der Verlauf und Strömungsquerschnitt aller Verzweigungskanäle 52

jeweils zu ihrer einen Strömungsquerschnittshälfte an dem ersten Werkzeugteil 30 und zur anderen Hälfte an dem Vorverteiltring 7 ausgebildet sind, siehe auch Figur 6b. Die Ausbildung der Ringnut 302 am Werkzeugteil 30 mit darin eingesetztem Vorverteiltring 7 ermöglicht erfindungsgemäß, den mittleren der
5 drei Verteilungsbereiche aus Eintrittsbereich, Verzweigungsbereich und Spiralbereich, nämlich den Verzweigungsbereich aus dem sich an die Unterseite 301 des Werkzeugteiles 300 einer ersten Werkzeugstufe, z. B. 3.4 angrenzenden Verbindungsspalt 350, siehe Figur 1, zur sich anschließenden Werkzeugstufe 3.3 bzw. dessen angrenzenden zweiten Werkzeugteil 31
10 herauszunehmen und in den Bereich des Nutgrundes 303 zu verlagern. Auf diese Weise ist es auch möglich, den Verzweigungsbereich einwandfrei im Bereich der Ringnut/Vorverteiltring abzudichten.

Der Vorverteiltring 7 kann mittels durch Bohrungen 71, siehe auch Figur 6b, geführter Schrauben 306, siehe Figur 2, so innerhalb der Ringnut 302 des
15 ersten Werkzeugteiles 30 angeordnet und befestigt werden, daß die die Verzweigungskanäle 52 bildenden Ausfräsungen 52a, 52b; 52a', 52b' korrespondierend aufeinander zum Liegen kommen und einen Verzweigungsbereich mit Kanälen mit Kreisquerschnitt bilden.

20 An den acht Enden der den Verzweigungsbereich bildenden Kanalabschnitte 52b, die an der Unterseite des ersten Werkzeugteiles 30 im Bereich des Nutgrundes 303 der Ringnut 302 ausgebildet sind, schließen sich jeweils ein Verbindungskanal 53 an, welche die zweite Gruppe von Verbindungskanälen
25 bilden.

Diese zweiten Verbindungskanäle 53 führen ausgehend von der Ebene V des Verzweigungsbereiches im wesentlichen achsparallel zur Längsachse A des Werkzeugkopfes bzw. der Werkzeugstufen durch das erste Werkzeugteil 30
30 bis zur an die Trennfuge 6 angrenzenden Oberseite 300 des ersten Werkzeugteiles 30. Hierbei durchdringen die Verbindungskanäle 53 die Ebene E des Eintrittsbereiches, jedoch in Bereichen außerhalb der ausgebildeten Eintrittskanäle 50.

Die Anordnung der zweiten Verbindungskanäle 53 ist so gewählt, daß sie alle auf einer gemeinsamen, sich coaxial zum Ringspalt 4 erstreckenden Kreislinie K liegen und jeweils benachbarte Verbindungskanäle 53 auf der Kreislinie K gleiche Abstände voneinander aufweisen. Diese Geometrie ist bereits durch die Anordnung der Verzweigungskanäle und der Enden der Kanalabschnitte 52b vorgegeben. Auf der Oberseite 300 des ersten Werkzeugteiles 30, welches die in Blasrichtung P0 der Unterseite 301 voraneilende Oberfläche des Werkzeugteiles 30 ist, ist der dritte Verteilbereich, nämlich der Spiralbereich S in Form von nutförmigen spiralförmig angeordneten Ausfräsungen ausgebildet.

10

Auf der in der Figur 4 dargestellten Oberseite 300 des ersten Werkzeugteiles 30 gehen nunmehr von jedem der hier endenden insgesamt acht Verbindungskanäle 53 Spiralkanäle 54 ab, die ineinanderliegend und konvergierend in Richtung auf den Innenraum I geführt sind. Die Spiralkanäle liegen in einer Ebene S und bilden den Spiralbereich des Schmelzeverteilkansalsystems. Die aus den Verbindungskanälen 53 austretenden Teilströme der zugeführten Kunststoffschmelze gelangen nunmehr auf spiralförmigen Bahnen innerhalb der einzelnen Spiralkanäle 54 in Richtung auf die an den Ringspalt 4 angrenzenden Bereich des Werkzeugteiles 30 auf der Oberseite ausgebildete ringförmige Verteilfläche 309, aus welcher sie in den umlaufenden Ringspaltraum 4 des Werkzeugkopfes 1 austreten.

20

Durch die spiralförmige Anordnung der einzelnen Spiralkanäle 54 wird hierbei eine gleichmäßige Verteilung der einzelnen Teilströme hin zu einem homogenen Gesamtstrom, welcher radial über die Verteilfläche 309 in den Ringspaltraum 4 eintritt, erreicht.

25

Die Ebene S des Spiralbereiches grenzt an die Trennfuge 6, die zwischen dem ersten Werkzeugteil 30 und dem zweiten Werkzeugteil 31 einer jeden Werkzeugstufe, beispielsweise der Werkzeugstufe 3.5, ausgebildet ist. Der Spiralbereich wird begrenzt auf seiner Oberseite und die Oberseite des Werkzeugteiles 30 wird abgedeckt mittels des zweiten Werkzeugteiles 31. Hierbei wird die ringförmige Verteilfläche 309, die sich an das Ende der

30

Spiralkanäle zum Ringspaltraum 4 hin anschließt, zwischen den Werkzeugteilen 30, 31 als Austrittsöffnung 309a ausgebildet.

Die über die Eintrittsöffnung 307 eintretende Kunststoffschmelze erfährt somit
5 eine mehrfache Aufteilung innerhalb des Schmelzeverteilkansystems 5, indem sie zunächst aus der innerhalb des ersten Werkzeugteiles 30 angeordneten Eintrittsebene E und deren Eintrittskanälen 50 über an deren Enden ausgebildete erste Verbindungskanäle 51 in den unterhalb der Ebene E auf einer Ebene V liegenden Verzweigungsbereich eintritt. Innerhalb dieses
10 Verzweigungsbereiches wird die Kunststoffschmelze in den Verzweigungskanälen 52 auf weitere, hier insgesamt acht Teilströme aufgeteilt, die sodann über die zweiten Verbindungskanäle 53 durch das erste Werkzeugteil 30 hindurch in den Spiralbereich gelangen, dessen Ebene S oberhalb der Ebene E des Eintrittsbereiches angeordnet ist. Über die den Spiralbereich bildenden
15 einzelnen Spiralkanäle 54 wird die Kunststoffschmelze letztlich zu der ringförmigen Austrittsöffnung 309a geleitet, von der sie als gleichmäßiger rohrförmiger Strom in den Ringspaltraum 4 austritt. An jeden zweiten Verbindungskanal 53 schließt sich ein Spiralkanal 54 an, der aus diesem gespeist wird.

20

Zur Homogenisierung des Austrittes der Schmelze aus der Austrittsöffnung 309a trägt im übrigen wesentlich bei, daß die einzelnen Spiralkanäle zu ihrem Ende, d. h. der Austrittsöffnung 309a hin, einen abnehmenden Strömungsquerschnitt aufweisen, indem die lichte Weite, Tiefe der Nuten, die in die
25 Oberfläche des Werkzeugteiles als Spiralkanäle eingearbeitet sind, der einzelnen Spiralkanäle 54 kontinuierlich verringert wird.

Nahe der Austrittsöffnung 309a tritt die Kunststoffschmelze auch aus den einzelnen Spiralkanälen 54 aus und gelangt so gleichmäßig auf den gesamten
30 Umfang der Austrittsöffnung 309a.

Wesentlich für eine gute Homogenisierung ist es nunmehr, daß sämtliche innerhalb des vorangehend erläuterten Schmelzeverteilkansystems 5 von der

Kunststoffschmelze durchlaufenen Wege alle die gleiche Länge aufweisen, so daß eine gleichbleibende Einwirkung auf die Kunststoffschmelze hinsichtlich Druck und Wärme gegeben ist.

- 5 Aufgrund der Tatsache, daß das gesamte Schmelzeverteilkansystem 5 in einen Eintrittsbereich, einen Verzweigungsbereich und einen Spiralbereich unterteilt ist, die auf drei verschiedenen Ebenen E, V, S innerhalb des ersten Werkzeugteiles 30 angeordnet sind, wird nicht nur eine besonders gleichmäßige Verteilung der Kunststoffschmelze erzielt, sondern diese Art der
- 10 Verteilung benötigt auch nur eine überraschend niedrige Bauhöhe, was sich in einer vorteilhaft geringen Gesamthöhe des vorangehend erläuterten Werkzeugkopfes niederschlägt. Von den beiden Werkzeugteilen 30, 31 einer Werkzeugstufe ist nur ein Werkzeugteil, nämlich das untere Werkzeugteil 30, mit Kanälen für die Schmelzezuführung ausgebildet.

15

Es ist ferner den Figuren entnehmbar, daß alle Ebenen E, V, S des Eintritts-, Verzweigungs- bzw. Spiralbereiches parallel zueinander und senkrecht zur Längsachse A des Werkzeugkopfes 1 verlaufen. Die ersten und zweiten Verbindungskanäle 51, 53 verlaufen ihrerseits parallel zueinander und

- 20 Senkrecht zu den Ebenen E, V und S.

Diese Geometrie ist jedoch nur beispielhaft dargestellt, es sind auch hiervon abweichende Ausrichtungen der Ebenen E, V und S und/oder der Verbindungskanäle 51, 53 denkbar.

25

- Ein besonders wirtschaftlicher Aufbau des Werkzeugkopfes wird dadurch gewährleistet, daß eine hohe Zahl von Gleichteilen verwendet wird, wie sich ohne weiteres aus der Figur 1 ergibt, bei der ersichtlich ist, daß die Werkzeugstufen 3.2, 3.3 und 3.4 über nahezu identische Werkzeugteile
- 30 verfügen und die unterste und oberste Werkzeugstufe 3.1 bzw. 3.5 demgegenüber nur geringfügig geänderte Abmessungen aufweisen.

Ferner ist es zur Erzielung einer besonders kompakten und raumsparenden Bauweise vorgesehen, daß im Falle mehrerer Werkzeugstufen, wie sie in der Figur 1 dargestellt sind, der jeweils zu einem ersten Werkzeugteil 30 einer Werkzeugstufe gehörende Vorverteiling 7, der wie bereits erwähnt über die Unterseite 301 des ersten Werkzeugteiles 30 hervorsteht, mit seinem überstehenden Querschnittsbereich in einer komplementär ausgebildeten Ringnut 310 des zweiten Werkzeugteiles 31 der vorangehenden Werkzeugstufe aufgenommen wird, so daß eine besonders stabile Lagerung und platzsparende Bauweise erreicht wird.

Der Figur 1 ist ferner entnehmbar, daß jede Werkzeugstufe 3.1 bis 3.5 über eigene Temperierelemente, hier in Form außenseitig angebrachter Heizbänder 8 verfügt, die eine individuell unterschiedliche Temperierung der einzelnen Werkzeugstufen 3.1 bis 3.5 je nach zugeführtem Rohstoff und Produktionsanforderung ermöglichen.

Da darüber hinaus aufgrund des vorangehend erläuterten Schmelzeverteilkansalsystems einer jeden Werkzeugstufe 3.1 bis 3.5 eine effektive und auf kurzen Wegen erfolgende Schmelzeverteilung erfolgt, sind die einzelnen zugeführten thermoplastischen Kunststoffschmelzen weitgehend unbeeinflußt von den unterschiedlichen Temperaturen anderer Werkzeugstufen, was sich in einer hohen Produktionsgenauigkeit niederschlägt.

- 5 1. Werkzeugkopf zur Extrusion eines rohrförmigen Stranges aus mindestens einer thermoplastischen Kunststoffschmelze für die Herstellung von Blasfolien, enthaltend ein Innenwerkzeug und ein Außenwerkzeug, zwischen denen ein Ringspaltraum ausgebildet ist, wobei das Außenwerkzeug mindestens eine Werkzeugstufe mit zwei übereinander
10 angeordneten Werkzeugteilen umfaßt und zwischen den Werkzeugteilen eine in den Ringspaltraum einmündende Trennfuge ausgebildet ist und in jeder Werkzeugstufe ein Schmelzeverteilkansystem für die Zuführung der Kunststoffschmelze in den Ringspaltraum ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzeverteilkansystem (5) einen Eintrittsbereich, einen Verzweigungsbereich und einen Spiralbereich umfaßt, die
15 jeweils auf einer separaten Ebene liegen, wobei die Ebene (E) des Eintrittsbereiches zwischen der Ebene (V) des Verzweigungsbereiches und der Ebene (S) des Spiralbereiches angeordnet ist und eine Gruppe von ersten Verbindungskanälen (51) vom Eintrittsbereich in den Verzweigungsbereich führen und eine Gruppe von zweiten Verbindungskanälen (53) vom Verzweigungsbereich in den Spiralbereich führen.
- 20
2. Werkzeugkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schmelzeverteilkansystem (5) in einem ersten Werkzeugteil (30) jeder
25 Werkzeugstufe (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5) ausgebildet ist, wobei der Spiralbereich in der der Trennfuge (6) zugewandten Oberfläche (300), der Verzweigungsbereich in der der Trennfuge (6) abgewandten Oberfläche (301) und der Eintrittsbereich zwischen diesen Oberflächen (300, 301) im ersten Werkzeugteil (30) ausgebildet ist.
- 30
3. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die den Spiralbereich bildenden Spiralkanäle (54) und/oder die den Verzweigungsbereich bildenden Verzweigungskanäle (52)

nutartig in die Oberflächen (300 bzw. 301, 303) des ersten Werkzeugteiles (30) eingebracht sind.

- 5 4. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in die der Trennfuge (6) abgewandte Oberfläche (301) des ersten Werkzeugteiles (30) eine umlaufende Ringnut (302) eingebracht ist, in die ein korrespondierender Vorverteiling (7) einsetzbar ist und die Ebene (V) des Verzweigungsbereiches an der Oberfläche (301) des Werkzeugteiles im Bereich des Nutgrundes (303) der Ringnut (302) verläuft.
- 10 5. Werkzeugkopf nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verzweigungsbereich bildenden Verzweigungskanäle (52) zu einem Teil ihres Querschnittes (52a, 52b) in der Oberfläche des ersten Werkzeugteiles (30) im Bereich des Nutgrundes (303) der Ringnut (302) und zu einem übrigen Teil (52a', 52b') auf der Oberfläche des Vorverteilinges (7) im an dem Nutgrund (303) der Ringnut (302) anliegenden Bereich ausgebildet sind.
- 15 6. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Werkzeugstufen (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5) übereinander angeordnet sind und jeder Vorverteiling (7) der auf die erste Werkzeugstufe (3.1) folgenden Werkzeugstufen (3.2, 3.3, 3.4, 3.5) zu einem Teil seines Querschnittes in der umlaufenden Ringnut (302) des zugehörigen ersten Werkzeugteiles (30) und zum übrigen Teil seines Querschnittes in einer komplementär ausgebildeten Ringnut (310) im zweiten Werkzeugteil (31) der vorangehenden Werkzeugstufe (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) angeordnet ist.
- 20 7. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorverteiling (7) in der Ringnut (302) des ersten Werkzeugteiles (30) lösbar befestigt ist.
- 25 30

8. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Eintrittsbereich zwei V-förmig zueinander angeordnete und von einer Eintrittsöffnung (307) am Umfang des ersten Werkzeugteiles (30) ausgehende Eintrittskanäle (50) umfaßt, die zu jeweils einem ersten Verbindungskanal (51) führen.
9. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verzweigungsbereich ein zu acht zweiten Verbindungskanälen (53) führendes System von Verzweigungskanälen (52) umfaßt.
10. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Gruppe von Verbindungskanälen (53) auf einer gemeinsamen, koaxial zum Ringspalt (4) verlaufenden Kreislinie (K) angeordnet sind und auf der Kreislinie (K) jeweils gleiche Abstände voneinander aufweisen.
11. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiralbereich mehrere ineinanderliegend und konvergierend verlaufende Spiralkanäle (54) umfaßt, die mit jeweils einem Verbindungskanal (53) der zweiten Gruppe verbunden sind.
12. Werkzeugkopf nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralkanäle (54) einen von außen nach innen abnehmenden Strömungsquerschnitt für die Kunststoffschmelze aufweisen.
13. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß alle Strömungswege für die Kunststoffschmelze durch das Schmelzeverteilkansystem (5) in einer Werkzeugstufe (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5) von der Eintrittsöffnung (307) bis zur Austrittsöffnung (309a) in den Ringspaltraum (4) gleich lang ausgebildet sind.

14. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebene (E) des Eintrittsbereiches, die Ebene (V) des Verteilbereiches und die Ebene (S) des Spiralbereiches parallel zueinander angeordnet sind.

5

15. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebene (S) des Spiralbereiches senkrecht zur Achse (A) des Werkzeugkopfes (1) verlaufend angeordnet ist.

- 10 16. Werkzeugkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß alle Werkzeugstufen (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5) separat temperierbar sind.

15

Zusammenfassung:

- 5 Die Erfindung betrifft einen Werkzeugkopf zur Extrusion eines rohrförmigen Stranges aus mindestens einer thermoplastischen Kunststoffschmelze für die Herstellung von Blasfolien, enthaltend ein Innenwerkzeug und ein Außenwerkzeug, zwischen denen ein Ringspaltraum ausgebildet ist, wobei das Außenwerkzeug mindestens eine Werkzeugstufe mit zwei übereinander
- 10 angeordneten Werkzeugteilen umfaßt und zwischen den Werkzeugteilen eine in den Ringspaltraum einmündende Trennfuge ausgebildet ist und in jeder Werkzeugstufe ein Schmelzeverteilkansystem für die Zuführung der Kunststoffschmelze in den Ringspaltraum ausgebildet ist, wobei das Schmelzeverteilkansystem einen Eintrittsbereich, einen Verzweigungsbereich
- 15 und einen Spiralbereich umfaßt, die jeweils auf einer separaten Ebene liegen, wobei die Ebene des Eintrittsbereiches zwischen der Ebene des Verzweigungsbereiches und der Ebene des Spiralbereiches angeordnet ist und eine Gruppe von ersten Verbindungskanälen vom Eintrittsbereich in den Verzweigungsbereich führen und eine Gruppe von zweiten
- 20 Verbindungskanälen vom Verzweigungsbereich in den Spiralbereich führen.

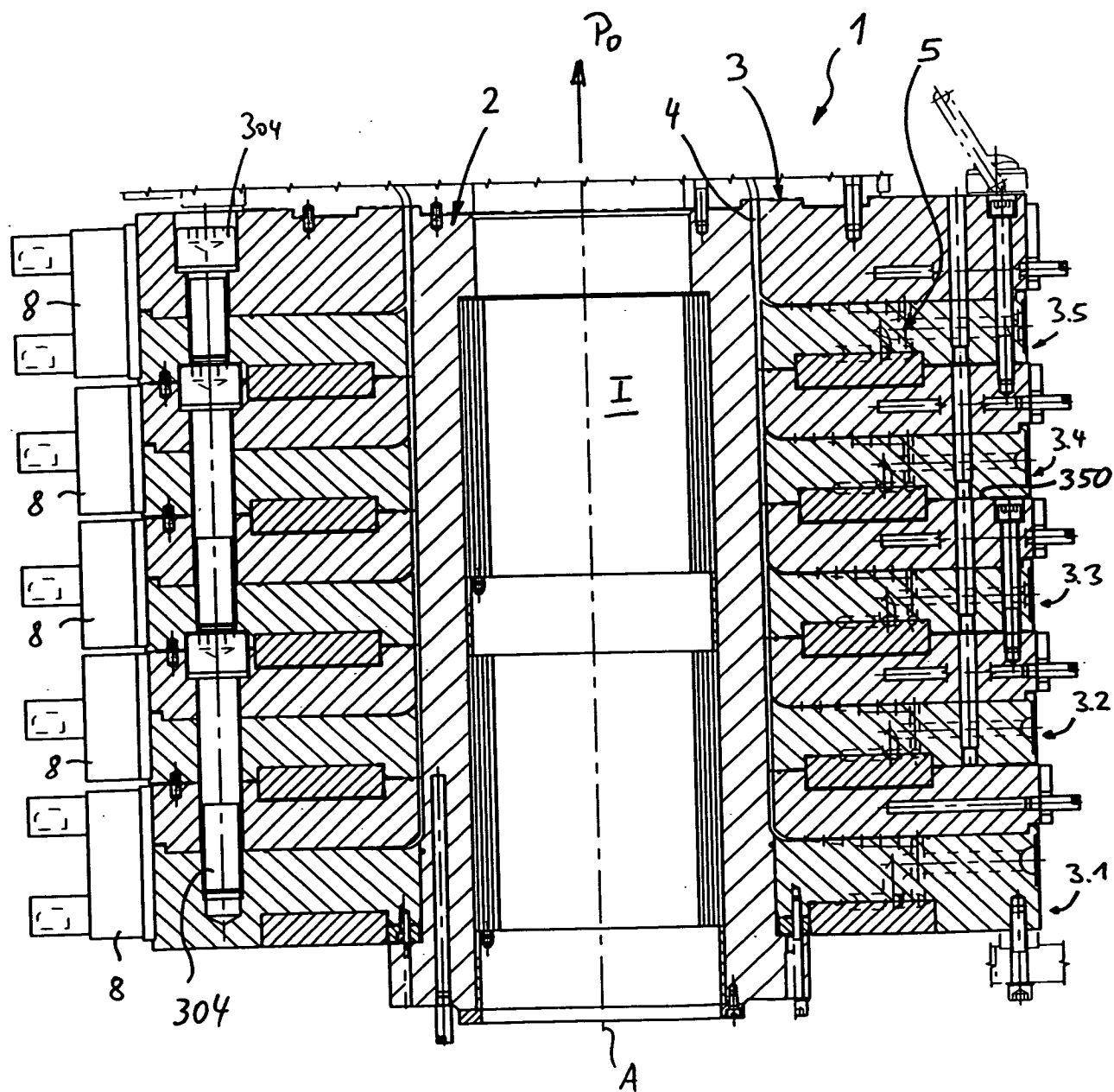


Fig. 1

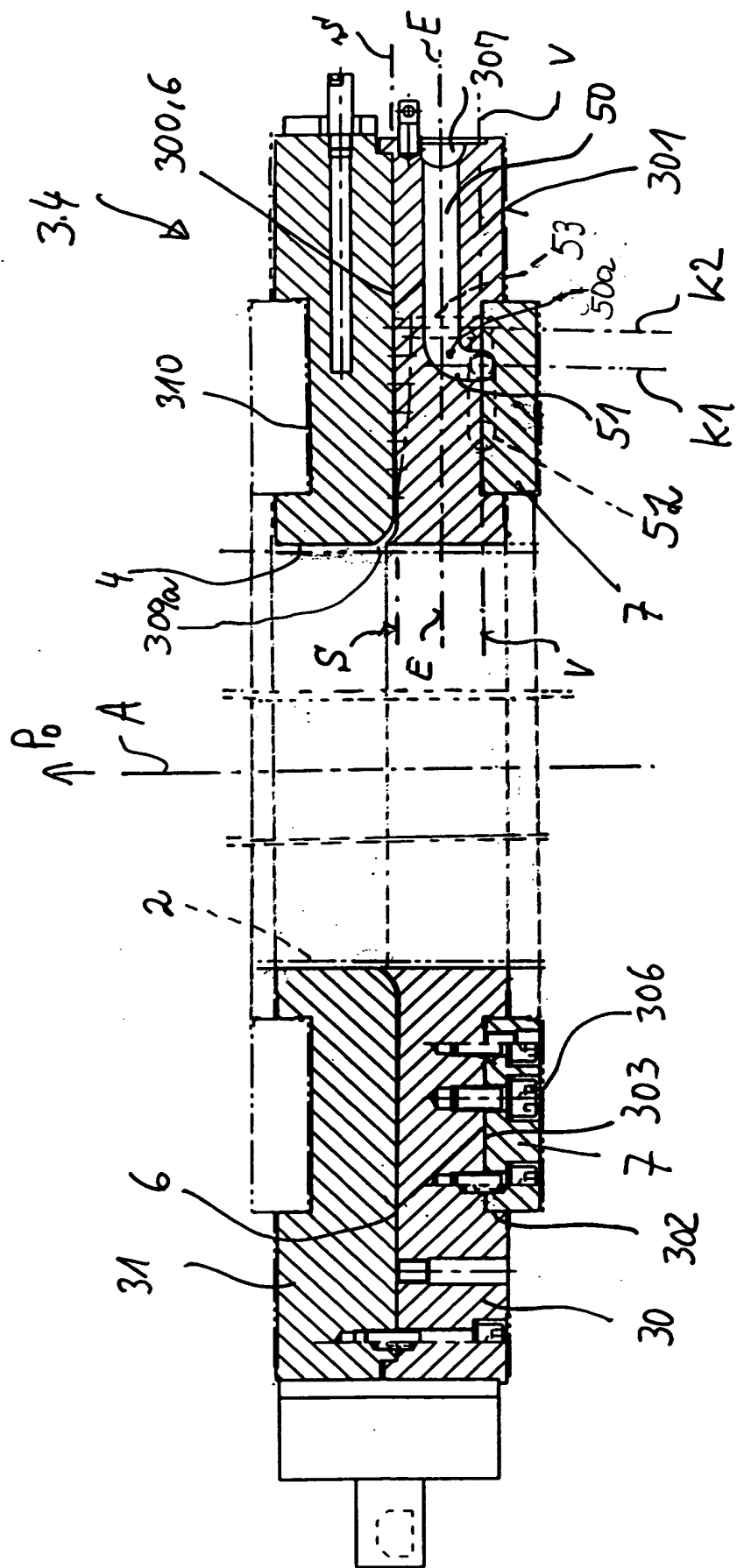


Fig. 2

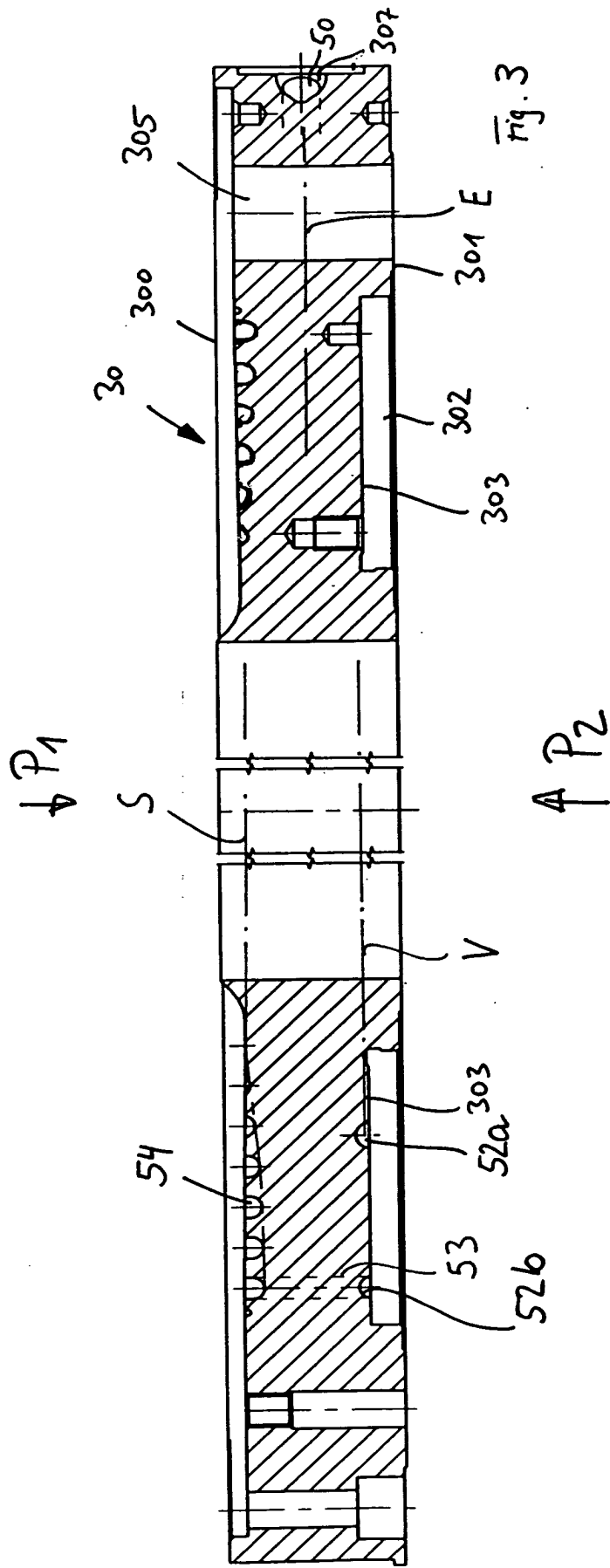


Fig. 3

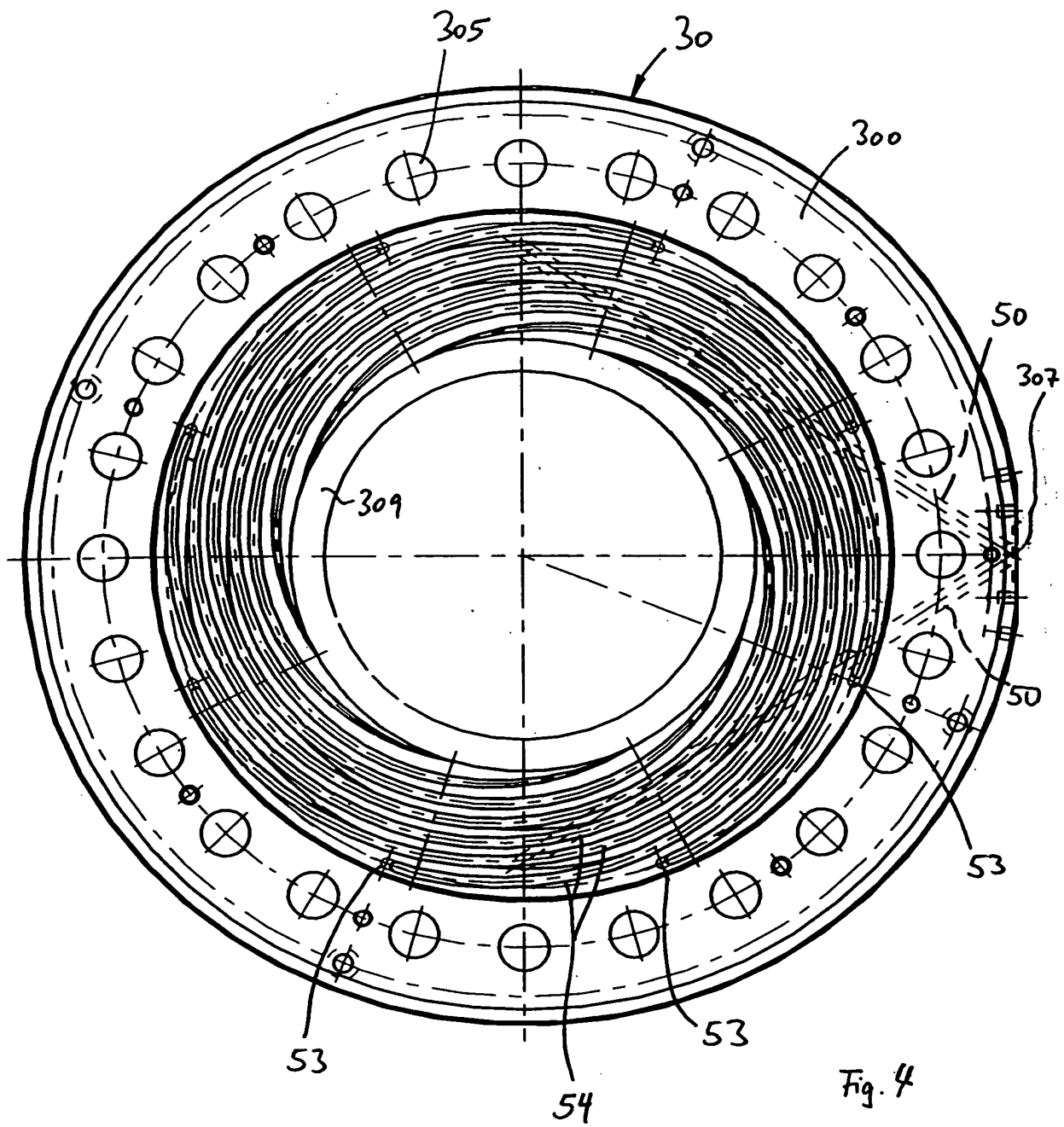


Fig. 4

